H.264 対応情報閲覧装置 SightVisor の開発

Development of Information Browsing Device SightVisor adopting H.264

都甲和幸 Kazuyuki Tokou, 四柳靖彦 Yasuhiko Yotsuyanagi, 新地雄太 Yuta Shinchi, 脇田智大 Wakita Tomohiro,
鈴木寛之 Suzuki Hiroyuki

［要　旨］ 映像監視の質的向上のニーズから，今後監視カメラは高画質 HD 対応品，エンコーダ／デコーダは圧縮効率の高い H.264 対応品へと切り替わっていく。そのような状況の中，我々は従来の映像圧縮方式であるMPEG-2に加えH.264にも対応した映像閲覧装置を開発した。開発の要点は，顧客の監視システムの設備がMPEG-2 および H.264 の混在環境を避けて通れないことを考慮し，1 台の装置で両方の映像圧縮方式に対応したことである。顧客システムが切り替わる中，両方式に対応した本装置は円滑な更新を進める上で非常に有効である。H.264 方式の技術解説も交えて記述する。

［Summary］ From the needs of improving the quality of video surveillance, the surveillance camera will support the high-quality HD, and the encoder and the decoder will change to the products which adopt H.264 with high compression efficiency in the future. Under these circumstances, we have developed an information browsing device, SightVisor, which adopts the H.264 in addition to the conventional video compression method, MPEG-2. The main point of development is that the device adopts both MPEG-2 and H.264, by one box, considering the customer's surveillance system is not able to avoid the mixture environment of two image compression methods. This device is very effective in the smooth renewal of the customer system. We also describe technical description of H.264.

1　まえがき

国民の豊かで安全な暮らしを支える社会インフラの整備を担う国土交通省において，その維持・管理は重要な役割となっている。例えば，台風や地震等の自然災害や設備老朽化に伴う危険から国民の安全を守るために，道路や河川の映像監視（図 1）は，重要な業務として実施されている。
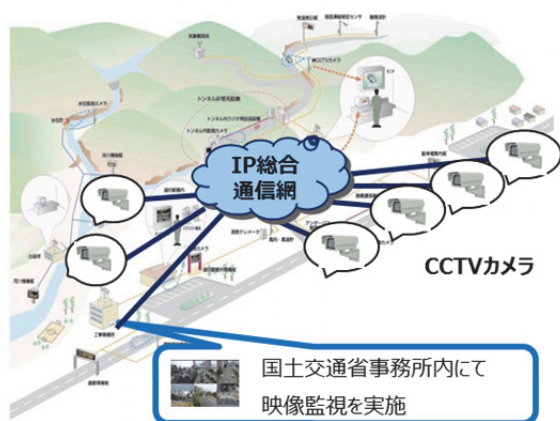
図 1　映像監視の概要
Overview of video monitoring

国土交通省は，平成 10 年度より光ファイバネットワークを集中的に整備し，IP 統合通信網を構築すると共に，14,000 台を越えるCCTV カメラを設置し，映像による高度な監視システムを実現している[4]。今後も社会インフラ設備の増加と老朽化が進み，映像監視の重要性はますます高まると予想される。

国土交通省の映像監視システムでは，当初，MPEG-2 方式にて映像圧縮を行い，伝送路の帯域に合わせた映像（SD：解像度 740×480 画素）を流していた。近年は，従来の MPEG-2 方式よりも映像圧縮効率が高い H.264 方式の装置が登場し，映像監視システムにおいても，高画質でありながら通信量を削減できるメリットから採用が進んでいる。エンコーダメーカ各社は H.264 に対応した製品を市場投入しており，解像度が 1920×1080 画素の HD カメラとの組み合わせで，さらに高精細な映像データを従来の IP 統合通信網を使って伝送させることが可能となっている。監視映像の高画質化ニーズも後押しし，映像監視システムがハイビジョンの時代に変わりつつある。

しかしながら，これまでに設置された MPEG-2 方式のエンコーダ／デコーダ装置を短期間で全て H.264 方式に切り替えることは難しく，維持管理コストを抑制しながら徐々に設備を更新していかなければならない。MPEG-2 方式と H.264 方式の 2 つの映像圧縮方式が混在する状況で，いかに運用を続け，適切に設備を更新しながら映像監視業務を行っていくかが今後の課題となっている。

今回我々は，H.264 と MPEG-2 の両方式に対応し，監視映像の切り替えが誰でも簡単に操作出来る情報閲覧装置 SightVisor を開

発した。第2章では，本装置の最大の特長となるH.264方式の概略を解説する。第3章では，本装置の開発方針と基本構造について解説する。第4章では，本装置の活用事例について解説する。

2 H.264方式の特長

H.264は，ITU-TとISO/IECが2003年5月に共同で策定した画像圧縮規格の1つである。ITU-Tでは「H.264」として勧告され，ISO/IECでは「MPEG-4 Part10:Advanced Video Cording」として規定されている。

H.264の基本的な符号化アルゴリズムは，従来のMPEG-2同様，入力映像に対してマクロブロック単位のフレーム間予測やDCT変換や量子化を行い，符号化を行う。

マクロブロックとは，映像を16×16画素や8×8画素などの小領域に分割したもので，この小領域ごとに符号化が行われる。また，フレーム間予測は，圧縮符号化される映像の構成画面（フレームと呼ぶ）の多くの部分に類似性があることに注目し，符号化するフレームと以前のフレームとの変化量（差分）を符号化する。

図2は，H.264のエンコーダの回路構成図である。「動き補償」，「DCT/量子化」，「エントロピー符号化」，「デブロッキング・フィルタ」などの部分においてMPEG-2方式から改良が行われており，画質や映像圧縮効率が改善されている。

動き補償は，フレーム間予測で，画面内の物体が移動したことによって発生する領域の移動量を考慮する。この動き補償を行うために，動きベクトル情報を付加情報として符号化する。符号化部分においては，CAVLC（Context-based Adaptive Variable Length Cording，コンテキスト適応型可変長符号化），またはCABAC（Context-based Adaptive Binary Arithmetic Cording，コンテキスト適応型2値算術符号化）を使用するエントロピー符号化を行い，大幅な符号化効率を実現している。**表1**にMPEG-2とH.264の主な相違点を示す。
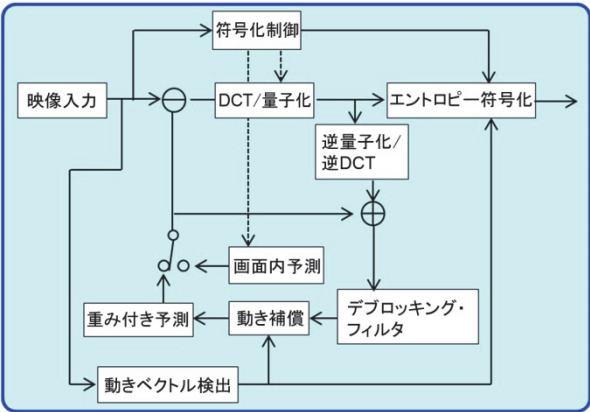
図2 H.264エンコーダ回路構成図
H.264 encoder circuit diagram

2.1 H.264方式がもたらす効果

(1) 高圧縮化による通信量の低減

国土交通省の監視映像は，MPEG-2 映像の場合，6 Mbpsである。同じ解像度のH.264 SD映像では2 Mbpsとなり，1/3の通信量に抑えられる（**表2**）。そのため，現状のネットワークの回線容量を変更せずに監視カメラの増設が可能になる。また，回線容量が6 Mbps以下の回線であっても，映像監視が行えるようになる。

(2) 高圧縮化による映像蓄積量の低減

H.264 SD映像であればMPEG-2映像に比べてデータ量が1/3となるため，同じ容量の蓄積装置では約3倍の時間の画像蓄積が可能になる。または，容量1/3の蓄積装置でも，同じ時間の画像蓄積が可能になる。

(3) 高画質化による監視品質の向上

国土交通省におけるMPEG-2映像の解像度は，740×480画素，通信量は6 Mbps，H.264 HD映像の解像度は，1920×1080画素，通信量は8 Mbpsである（**表2**）。H.264 HDストリームを用いた場合，通信量は1.3倍に増えるが，解像度は約5.8倍となり高画質での映像監視が可能となる。そのため，従来のMPEG-2映像では視認しづらかった細やかな部分の視認が可能になる。

表1 MPEG-2とH264の違いとH.264の効果
Effect of H.264 and differences between MPEG-2 and H.264

	MPEG-2	H.264	効果
DCT	2次元DCT	整数精度DCT	演算精度による誤差を少なくし，画質劣化を改善
量子化	37種類のステップ・サイズ	52種類のステップ・サイズ	きめ細かく量子化することで，画質向上につながる
符号化	VLC符号化	エントロピー符号化	符号化の効率改善
ノイズ除去	なし	デブロッキングフィルタ	符号化によるブロックノイズを除去し，画質劣化を改善
動きベクトル検出	予測精度は1/2精度	予測精度が1/4精度	細かく予測可能になり圧縮効率を改善
動き補償	16×16画素のブロックサイズのみ	7種類のブロックサイズ	圧縮効率を改善

表 2　MPEG-2 と H.264 解像度・通信レート比較
Comparison of the resolution and communication rate between MPEG-2 and H.264

圧縮方式	解像度	通信レート
MPEG-2	740×480	6 Mbps
H.264 SD	740×480	2 Mbps
H.264 HD	1920×1080	8 Mbps

3　SightVisor の開発

国土交通省では，各事務所の災害対策室や執務室にて CCTV カメラの映像監視を行っている。監視を行う場所に必要な数のデコーダを設置し，管轄エリアの映像を全て監視するために必要に応じて映像を切り替えるコントローラを設置している。管轄エリアの広い事務所によっては，映像数が 500ch を越え，大規模な映像監視設備となっている。

我々は，装置単体で映像切替えが行え，かつ H.264/MPEG-2 を同時に監視できる装置の実現を目指し，情報閲覧装置 SightVisor の開発をした。装置単体で CCTV カメラの映像を H.264/MPEG-2 を同時に全て監視できる装置の実現を目指し，情報閲覧装置 SightVisor を開発した。**図 3** に本体外観，**図 4** に本装置の基本ブロック図，**表 3** に主要スペックを示す。

図 3　SightVisor 本体外観
External view of SightVisor
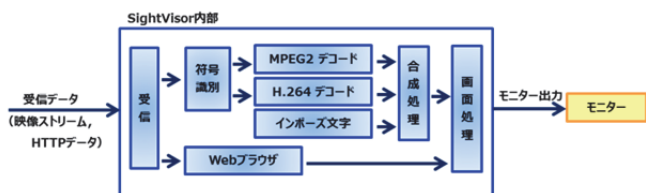
図 4　SightVisor 基本ブロック図
Block diagram of SightVisor

表 3　SightVisor 主要スペック
Specifications of SightVisor

項　　目		仕　　様
映像・音声	映像複合方式	MPEG-2 ISO/IEC13818-2 準拠 H.264 ISO/IEC14496-10 準拠
	プロファイルとレベル	MPEG-2 MP@ML, SP@ML H.264 MP@L3 以上，MP@L4 以上
	音声復号方式	MPEG-2 MPEG-1 Audio Layer II (ISO/IEC11172-3 準拠) H.264 MPEG-1 Audio Layer II (ISO/IEC11172-3 準拠) MPEG-2 AAC
	映像出力 I/F	HDMI (Type A)×1，アナログ RGB×1
	音声出力 I/F	HDMI (Type A)×1，ステレオミニジャック×1
システム／伝送方式	多重化方式	MPEG-2 PS, MPEG-2 TS (ISO/IEC13818-1 準拠) TTS (ISO/IEC13818-1, ARIB STD-B24 準拠)
	伝送プロトコル	RTP/IP, UDP/IP, ユニキャスト／マルチキャスト
	LAN	10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T×1 ポート
機　　能	映像登録数	最大 1100ch
	映像分割	1/4/6 分割画面
	WEB 表示	1/4/6 分割画面
	映像巡回	分割された画面単位での個別巡回が可能
	WEB 巡回	分割された画面単位での個別巡回が可能
	スムーズ巡回	5～1800 秒で巡回
	電源管理	AC 電源 ON にて，自動で運用状態(プリセット画面)
	時計機能	時計表示を可能とし，NTP による時刻同期，手動設定に対応
	その他	リモコン，リモコン延長器付属
電　　源		AC100 V (50/60 Hz)
外形寸法		300 (W)×220 (D)×86 (H) mm 程度(突起物は除く)

3.1　開発方針

(1)　映像圧縮方式を意識させない

通常，異なる映像符号方式の映像を監視するには，それぞれの方式に対応したデコーダを用意するか，両方式に対応したデコーダを用意する。本装置では，MPEG-2 と H.264 の両方式に対応させ，使用者に映像圧縮方式を意識させないために，受信した映像から，その映像の符号化方式を自動認識させる(**図 5**)。

図 5　両方式への対応
Support for both types

(2)　途切れのない映像による確実な監視の実現

国土交通省での映像監視業務では，数百台の監視カメラ映像を順次切り替えながら巡回監視を行う。映像の切り替えを行う際に，次の映像データを受信するまでの伝送遅延とデコード処理時間があり，結果として映像の「停止（もしくはブラックアウト）」が発生する（図 6）。そのため，映像の停止が切り替えによるものか，現場の状況なのかの判別がしづらく，これが監視担当者のストレスになっている。本装置では，映像切替時に発生する映像の「停止」を排除し，瞬時の映像切替（図 7）によるスムーズな巡回監視を可能にし，監視のストレスフリーを実現する。

実現手段としては，装置に複数のデコードモジュールを搭載し，あらかじめ次映像データのデコードを行っておくことで，スムーズな映像切替を実現した。
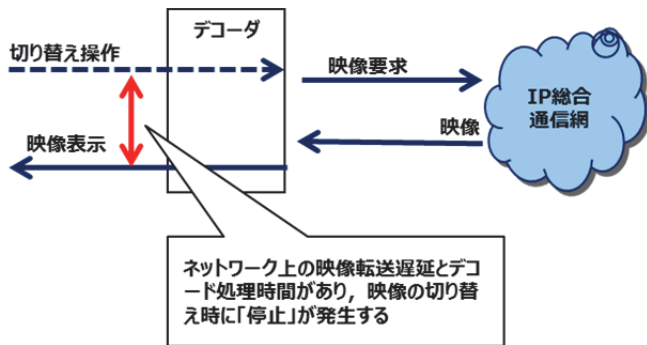
図 6　映像切り替え時の「停止」の原因
Cause of stopping when video switching
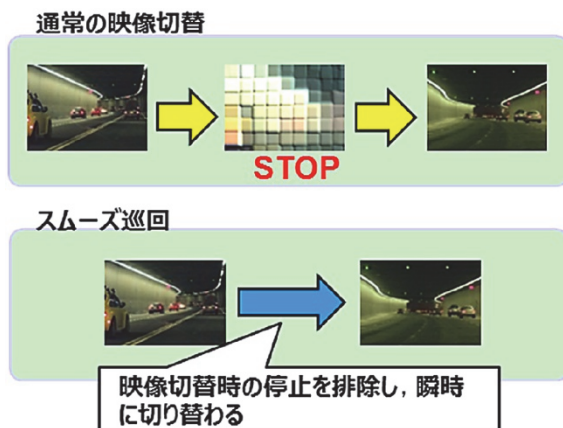
図 7　スムーズ巡回時の切替イメージ
Switching image of smoothing

(3)　操作の単純化

取扱説明書を読まなくとも誰でも使用できる操作性を提供する。リモコン（図 8）については，専用ボタンを増やし，1 回の操作で目的の動作がでできるようにする。
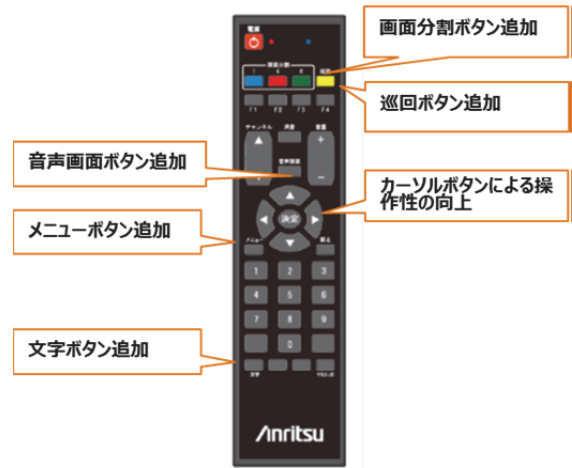
図 8　リモコン外観
External view of remote control

リモコン延長器（図 9）により，リモコンをモニタ側へ向けて操作できるようにする。

図 9　リモコン延長器
Remote control extender

メインメニュー表示（図 10）の際，下側に補助メッセージを表示し，迷うことなく操作ができるようにする。また，プリセット指定により映像の切り替えができるようにする。
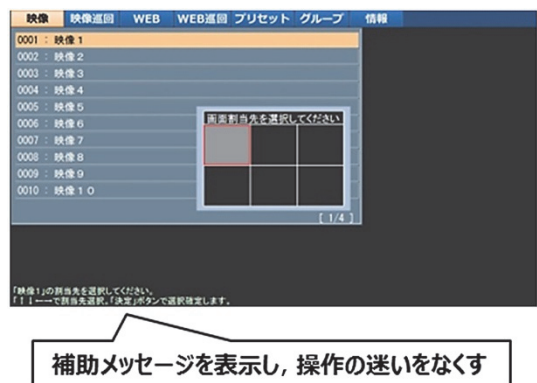
図 10　メインメニュー画面
Screen of main menu

(4)　専用機とする

本装置を市販のパソコン上に搭載可能なアプリケーションソフトウェアとして実現する方法もあるが，専用機設計ならば**表 4** に示す利点があるため，専用機での設計とする。

表 4　専用機とパソコンベースでの比較
Comparison between special machine and PC-based

	専用機	ソフトウェア（パソコン）
電断時	問題ない	HDD の破損リスクがある
復電時	自動で起動	管理者による起動作業が必要
動作安定性	専用設計を行うため問題ない	OS の安定性に依存する 他にアプリケーションを同時使用した場合，映像のデコード処理が不安定になる場合がある

4　SightVisor 活用事例

4.1　河川監視業務での利用

河川の監視業務では，河川の状況に応じて警戒情報などを関係機関へ発信するために，テレメータ等による河川水位や流量の確認と，CCTV 映像による水位計目盛りや河川状況の確認を行っている。

MPEG-2 映像では，解像度や画質が原因で水位計目盛りの確認が困難であるため，CCTV カメラのズーム操作などを行う必要がある（**図 11 a)**）。H.264HD の映像ならば，解像度が高く，ズーム操作なしで水位目盛りの確認ができる（**図 11 b)**）。また，橋脚等に掛かる漂流物も H.264HD の映像により詳細に視認できる。

a) MPEG-2

b) H.264 HD
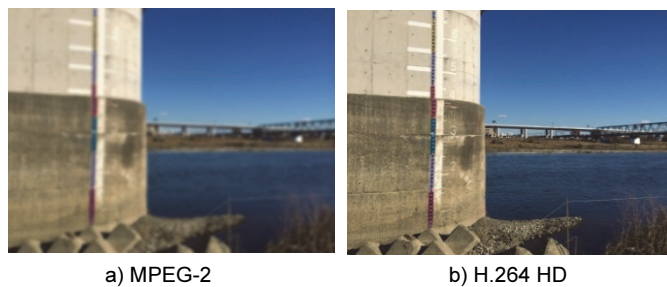
図 11　映像比較イメージ
Image of the video comparison

4.2　道路監視業務での利用

トンネルや道路などの監視では，映像を自動で切り替えながら監視を行っている。従来設備にて，映像を切り替える際は，映像が数秒停止していた。自動車など動く物体を監視する業務において，映像の停止は，映像が停止しているのか自動車そのものが停止しているのかを監視員が判断しなければならず監視業務にとっては，その判断が困難であった。SightVisor では，この映像停止時間を排除したスムーズ巡回機能を搭載している。これにより道路監視を容易にすることが可能になる。

4.3　出張所等での利用

出張所など監視対象により現場に近い場所では，簡単に監視映像が確認できることが求められる。そのため SightVisor は，現場担当者が直感的にリモコン操作できるように設計されている。リモコン本体は機能別にボタンを配置させている。リモコン受信部に延長器を添付し，モニタに向かってリモコン操作できる。リモコン操作時にはモニタ画面に操作補助メッセージが表示される。これらにより，装置の取扱説明書がなくても直感的に操作でき，映像監視を容易にし，業務効率化が可能になる。

5　むすび

これからの映像監視システムでは，映像の高画質化と通信量低減のために H.264 方式の画像圧縮技術の導入が進む。しかしながら，既設の監視設備を短期間で全て更新することはむずかしく，今後時間をかけて徐々に更新されることが予想される。今回我々が開発した映像巡回監視装置 SightVisor により，H.264 方式の映像設備導入をスムーズに実施することが可能となる。今後も更なるニーズに応え，国民の安全な暮らしに貢献できる機器を開発していきたい。

参考文献

1)　亀山　渉，花村　剛【監修】:
“IPTV 時代のデジタル放送教科書”インプレス R&D, 2010

2)　ITU-T Recommendation H.264 Advanced video coding for generic audiovisual services, Geneva, 2013

3)　ISO/IEC 14496-10 MPEG-4 part10 Advanced Video Cording Second edition, 2004

4)　国土交通省　技術調査課，“CCTV 映像の地方自治体・住民への提供に関する研究”，平成 18 年国土交通省国土技術研究会資料

5)　国土交通省電気通信技術ビジョン委員会“電気通信技術ビジョン～ICT による社会インフラの安全・安心を目指して～”，平成 21 年 9 月電気通信技術ビジョン（本文）

執筆者

都 甲 和 幸
アンリツネットワークス(株)
開発部

四 柳 靖 彦
アンリツネットワークス(株)
開発部

新 地 雄 太
アンリツネットワークス(株)
開発部

脇 田 智 大
アンリツネットワークス(株)
開発部

鈴 木 寛 之
アンリツネットワークス(株)
開発部

公知